(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 725 170 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.04.2014 Patentblatt 2014/18

(51) Int Cl.:
E04H 7/28 *(2006.01)* ***B28B 7/00*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **12190366.0**

(22) Anmeldetag: **29.10.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Böck Silosysteme GmbH**
83342 Tacherting (DE)

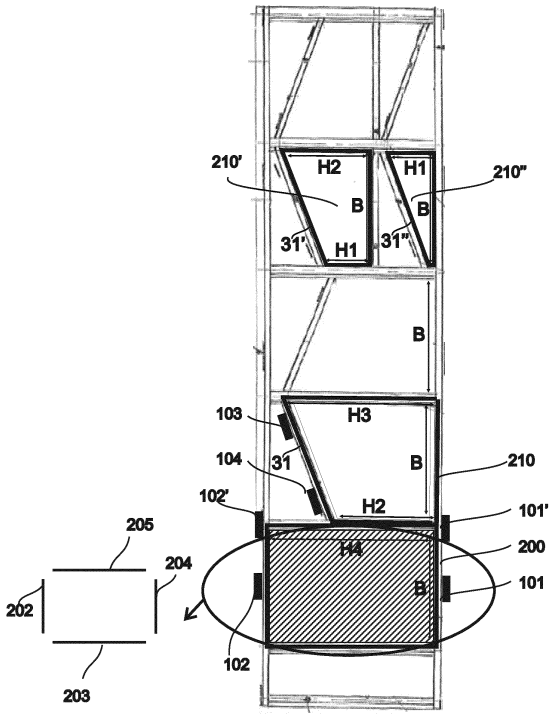
(72) Erfinder: **Kriz, Ronald**
83342 Tacherting (DE)

(74) Vertreter: **Zimmermann & Partner**
Josephspitalstr. 15
80331 München (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung eines Silobauteils

(57) Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung eines Silobauteils zur Verfügung, wobei Schalungselemente lösbar miteinander verbunden werden und mithilfe von mindestens einem Befestigungsmittel auf einer metallischen Oberfläche eines Fertigungstisches rückstandsfrei lösbar befestigt werden, um eine Betongussform zu bilden, wobei sich der Fertigungstisch in einem Betonwerk befindet. Anschließend wird eine gemäß DIN 11622 gegen Korrosion und chemischen Angriff von Gärsäuren widerstandsfähige Betonmischung in die Betongussform eingebracht. Aus der Betonmischung erstarrt dann ein Silobauteil mit einer durch die Betongussform vorgegebenen Gestalt. Das Silobauteil wird anschließend aus den Schalungselementen entfernt, um zu einer Errichtungsstätte des Fahrsilos transportiert zu werden. Optional werden die Schritte 1 bis 4 und / oder die Schritte 2 bis 4 beliebig oft wiederholt, um weitere Silobauteile zu bilden. Schließlich werden die Befestigungsmittel von der metallischen Oberfläche gelöst und die Schalungselemente voneinander gelöst. Die Schalungselemente werden transportfähig verstaut.

FIG. 4



EP 2 725 170 A1

Beschreibung

Gegenstand der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mindestens eines Silobauteils eines Fahrsilos.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Unter einem Silo wird im Allgemeinen ein großer Speicher für Schüttgüter verstanden. Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung handelt es sich insbesondere um Fahrsilos, insbesondere zur Herstellung von hochwertigem Futter für Nutztiere bzw. zur Herstellung von nutzbarer Energie. Im Allgemeinen wird das zu silierende Pflanzenmaterial zerkleinert, in das Silo eingebracht, verdichtet und luftdicht abgeschlossen. Hierdurch werden pflanzeneigene Enzyme sowie aerobe und gegebenenfalls anaerobe Mikroorganismen wie zum Beispiel Bakterien, Hefen, Schimmelpilze unterdrückt. Die Milchsäurebakterien wandeln den Zucker in Säuren um, insbesondere Milchsäure, und der pH-Wert fällt auf typischerweise 4,0-4,5 ab. Dadurch werden weitere gärschädliche Bakterien wie zum Beispiel aus der Coli-Aerogenes-Gruppe, Listerien und Clostridien am Wachstum gehindert. Gegebenenfalls werden noch Silierhilfsmittel zugegeben.

[0003] Typischerweise weist ein Fahrsilo für eine hochwertige Silage eine optimale Form und Größe auf. Des Weiteren besteht das Fahrsilo üblicherweise aus einem Material, welches den extremen Umweltbeeinträchtigungen, wie beispielsweise einem niedrigen pH-Wert oder Korrosionsangriffen während der Silagebildung standhält. Üblicherweise wird daher Beton, insbesondere Stahlbeton, als Baumaterial für Fahrsilos verwendet. Aufgrund der meist rechteckigen Grundform eines Fahrsilos können Betonfertigbauteile, wie beispielsweise Betonwände oder Bodenplatten, zum Aufbau eines Fahrsilos verwendet werden. Typischerweise werden die Betonfertigteile zentral hergestellt und für den Aufbau des Fahrsilos an den Ort, an dem das Fahrsilo errichtet werden soll, transportiert. Liegen nun weite Strecken zwischen dem Ort, an dem die Betonfertigteile hergestellt werden und dem Ort, an dem das Fahrsilo errichtet werden soll, ist der Transport der Betonfertigbauteile mit hohen Kosten verbunden. Daher wäre es wünschenswert, wenn die Betonfertigbauteile für das Fahrsilo an einem lokalen und nahe gelegenen Ort hergestellt werden könnten. Bisher war es jedoch nicht möglich, die Fertigung von Betonfertigteilen von einer zentralen Fertigung abzurücken. Auch wenn dies oftmals mit sehr kostspieligen und logistisch aufwendigen Transporten der Betonfertigteile verbunden ist.

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung mindestens eines Silobauteils eines Fahrsilos anzugeben, welches die obigen Probleme des Standes lindert oder behebt, insbesondere soll ein Verfahren zur Herstellung mindestens eines Silobauteils eines Fahrsilos zur Verfügung gestellt werden, durch welches die Herstellungskosten, insbesondere die Transportkosten, verringert werden. Hierfür wird ein Verfahren nach Anspruch 1 vorgeschlagen.

[0005] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung werden in einem ersten Schritt Schalungselemente lösbar miteinander verbunden und mithilfe von mindestens einem Befestigungsmittel auf einer metallischen Oberfläche eines Fertigungstisches rückstandsfrei lösbar befestigt, um eine Betongussform zu bilden, wobei sich der Fertigungstisch in einem Betonwerk befindet. In einem zweiten Schritt wird eine gemäß DIN 11622 gegen Korrosion und chemischen Angriff von Gärsäuren widerstandsfähige Betonmischung in die Betongussform eingebracht. In einem dritten Schritt erstarrt aus der Betonmischung ein Silobauteil mit einer durch die Betongussform vorgegebenen Gestalt. In einem vierten Schritt wird das Silobauteil aus den Schalungselementen entfernt, um zu einer Errichtungsstätte des Fahrsilos transportiert zu werden. Optional werden die Schritte 1 bis 4 und / oder die Schritte 2 bis 4 beliebig oft wiederholt, um weitere Silobauteile zu bilden. In einem weiteren Schritt werden die Befestigungsmittel von der metallischen Oberfläche gelöst und die Schalungselemente voneinander gelöst werden. Schließlich werden die Schalungselemente transportfähig verstaut.

[0006] Weitere Ausführungsformen, Details, Aspekte und Vorteile der Erfindung sind im Folgenden dargestellt oder ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie den Figuren.

[0007] Schalungselemente im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind Mittel, welche beim Herstellen von Betonbauteilen zum Formenbau, insbesondere zur Ausbildung einer hohlen Betongussform, verwendet werden. Ein weiteres Element einer solchen Betongussform kann ein Fertigungstisch oder eine darauf angeordnete Platte sein, welcher beispielsweise den Boden der Betongussform bildet. Die Betongussform kann also als Negativform des fertigen Betonbauteils angesehen werden. Die Schalungselemente können aus Holz, Kunststoff, Metall, wie Stahl oder Aluminium, bestehen. Vorzugsweise weisen die Schalungselemente ein nichtmagnetisches Material auf.

[0008] Mit Silobauteilen werden im Rahmen dieser Erfindung Bauteile bezeichnet, die Teil eines Fahrsilos oder Zubehör für ein Fahrsilo sind. Demnach sind alle Bauteile, die für den Aufbau eines Fahrsilos benötigt werden, Silobauteile im Sinne dieser Erfindung. Beispielsweise sind die betonierte Bodenplatte oder die Beton-Wandplatten Silobauteile eines Fahrsilos. Eine typische Beton-Wandplatte eines Fahrsilos weist eine Länge von 100 bis 235 cm, eine Breite von 97 bis 350 und eine Dicke von 8 bis 12 cm auf.

[0009] Dadurch dass die Betongussform aus einzel-

nen Elementen, wie beispielsweise Schalungselementen, aufgebaut ist, kann sie flexibel je nach zu fertigendem Betonbauteil kombiniert und zusammengesetzt werden. Dadurch, dass die Schalungselemente miteinander verbunden und wieder gelöst und dadurch leicht transportiert werden können, müssen sie nicht fest in einem Betonwerk gelagert bzw. dauerhaft auf einem bestimmten Fertigungstisch angebracht werden, sondern können variabel in jedem beliebigen Betonwerk verwendet werden. Daher können die Schalungselemente in ein Betonwerk transportiert werden, welches dem Errichtungsort des Fahrsilos nahe gelegen ist. Auf diese Weise müssen nur die Schalungselemente transportiert werden und nicht die fertigen Betonbauteile, was erhebliche Transportkosten erspart. Dadurch dass die Schalungselemente rückstandsfrei lösbar an dem Fertigungstisch des jeweiligen Betonwerks befestigt sind, kann der Auf- und Abbau von Betongussformen beschleunigt werden.

[0010] Um das Verbinden und voneinander Lösen der einzelnen Schalungselemente effizient und schnell zu gestalten, werden die Schalungselemente vorzugsweise mittels Steckverbindungen lösbar miteinander verbunden. Dafür können Verbindungselemente zum Herstellen der Steckverbindungen an vorbestimmten Positionen der Schalungselemente abgebracht werden.

[0011] Eine weitere Maßnahme, um die Schalungselemente auf der metallischen Oberfläche des Fertigungstisches effizient und schnell zu befestigen, besteht darin, dass das Befestigungsmittel einen Magneten umfasst und das rückstandsfrei lösbare Befestigen das magnetische Haften des Magneten an dem Fertigungstisch umfasst. Durch die Verwendung eines Magneten als Befestigungsmittel wird das Anschrauben, Schweißen, Nieten oder dergleichen der Schalungselemente an den Fertigungstisch überflüssig und erspart dadurch Zeit und Arbeitskosten. Im Gegensatz zu den vorgenannten Befestigungsmethoden können die Schalungselemente auf einfache Art und Weise am Fertigungstisch angebracht und von diesem wieder gelöst werden, ohne dass Rückstände, wie etwa Löcher oder Überreste von Schweißnähten, zurückbleiben. Damit der Magnet auf dem Fertigungstisch haften und das Schalungselement ausreichend gegen Verrutschen fixiert werden kann, weist der Magnet vorzugsweise eine quaderförmige Form mit einer Länge von 10-30 cm, vorzugsweise 20-25 cm, einer Breite von mindestens 9 cm und eine Tiefe von mindestens 6 cm auf. Um das Haften des Magneten auf dem Fertigungstisch zu ermöglichen, umfasst die metallische Oberfläche des Fertigungstisches vorteilhafterweise magnetisierbares Material.

[0012] Als Magnet eignet sich beispielsweise ein Permanentmagnet, welcher zum Beispiel Eisen, Kobalt, Nickel oder Ferrit umfasst. Bevorzugt werden solche Magnete verwendet, die schaltbar sind. Schaltbar im Rahmen dieser Anmeldung bedeutet, dass das verwendete Magnetsystem, beispielsweise ein Elektromagnet, elektrisch schaltbar ist, d.h. also von einem "magnetischen" Zustand in einen "neutralen" Zustand hin- und hergeschaltet werden kann. Schaltbare Magnetsysteme als Befestigungsmittel von Schalungselementen gewährleisten eine einfache Handhabung, indem die Befestigungsmittel in einem "neutralen" Zustand an einen entsprechenden Ort platziert und beispielsweise zusätzlich mit den Schalungselementen verbunden werden können und anschließend in einen "magnetischen" Zustand geschalten werden können, um die Schalungselemente mithilfe der Haftung der Magneten auf dem Fertigungstisch zu befestigen. Ganz besonders vorteilhaft wirken sich Magneten aus, die in Schalungselementen integriert sind. Das heißt also, dass das Schalungselement schon mit einem Magneten als Befestigungsmittel ausgestattet ist. Dies macht ein separates Anordnen von Befestigungsmitteln überflüssig. Um die Schalungselemente sowohl untereinander als auch am Fertigungstisch optimal zu befestigen, kann jedes Schalungselement entweder mit einem integrierten (vorzugsweise schaltbaren) Magneten ausgestattet sein oder mit jeweils mindesten einem (separaten) Magneten, lösbar und rückstandsfrei befestigt werden.

[0013] Um die Flexibilität der Schalungselemente zu steigern, kann das Befestigungsmittel lösbar an einem Schalungselement befestigt werden. Das bedeutet, dass das Befestigungsmittel nicht dauerhaft an dem jeweiligen Schalungselement angeordnet ist. Damit muss das Befestigungsmittel nicht immer ausschließlich an einem Schalungselement befestigt sein, sondern ist mit verschiedenen Schalungselementen kompatibel. Eine mögliche Ausführungsform ist eine Vorrichtung, beispielsweise eine Schiene, an dem Schalungselement befestigt, welche das Ein- und Aushängen des Befestigungsmittels ermöglicht. Dies gewährleistet eine gute Handhabbarkeit und ein flexibles Positionieren des Befestigungsmittels an dem jeweiligen Schalungselement.

[0014] Um das jeweilige Schalungselement auf der Oberfläche des Fertigungstisches zu befestigen, können die Schalungselemente vorteilhafterweise jeweils mindestens ein Eingriffselement umfassen, in die das jeweilige Befestigungsmittel eingreift. Dabei kann das Eingriffselement eine Aussparung an der von dem Fertigungstisch weg gerichteten Seite des Schalungselements umfassen, mit der ein entsprechend geformter Vorsprung des Befestigungsmittels in Eingriff gebracht wird. Alternativ kann das Eingriffselement einen Vorsprung an der von dem Fertigungstisch weg gerichteten Seite des Schalungselements umfassen, mit der eine entsprechend geformte Aussparung des Befestigungsmittels in Eingriff gebracht wird. Durch diese Art der Verbindung des Schalungselementes mit dem Befestigungsmittel wird ein aufwendiges Verschrauben oder Verschweißen vermieden und ein schneller Auf- und Abbau der Schalungselemente gewährleistet.

[0015] Typischerweise können Silobauteile Silo-Funktionsbauteile umfassen, die beispielsweise Funktionen wie das Abstützen das Stabilisieren oder das Verankern des Silobauteils in dem Fahrsilo erfüllen. Diese Silo-Funktionsbauteile können besonders bei der Errichtung

eines Fahrsilos von Nutzen sein. So können Silobauteile Elemente aufweisen, dies sich untereinander verbinden lassen, um die Silobauteile miteinander zu verbinden und zu stabilisieren. Weiterhin können die Silobauteile Vorrichtungen umfassen, die dazu dienen, die Silobauteile vor einem Umkippen zu schützen und diese abzustützen beziehungsweise zu verankern. Bei der Herstellung eines erfindungsgemäßen Silobauteils kann deshalb mindestens ein Silo-Funktionsbauteil in die Betonmischung derart eingebracht werden, dass das Silo-Funktionsbauteil nach Erstarren der Betonmischung mit einem Außenteil aus dem Silobauteil herausragt und mit einem Innenteil im Inneren des Silobauteils verankert ist. Das Silo-Funktionsbauteil besitzt also demnach mindestens zwei Teile, ein Außenteil, welches sich vollkommen außerhalb der Betonmischung befindet und ein Innenteil, welches sich vollkommen innerhalb der Betonmischung befindet. Wird das Silo-Funktionsbauteil bereits während des Erstarrungsprozesses des Silobauteils in die Betonmischung eingebracht, wird ein späterer zusätzlicher Arbeitsschritt, der beispielsweise das Anbringen eines Funktionsbauteils an ein Silobauteil betrifft, überflüssig. Des Weiteren hat das Einführen des Silo-Funktionsbauteils in die noch nicht erstarrte Betonmischung den Vorteil, dass das Silo-Funktionsbauteil eine feste Verbindung mit dem Silobauteil eingeht und dadurch an Stabilität gewinnt.

[0016] Eine Ausführungsform des Silo-Funktionsbauteils kann ein Fixierelement zum Fixieren des Silobauteils am Erdreich oder an einem anderen Bauteil des Fahrsilos sein. Das Fixierelement kann auch dazu geeignet sein, weitere Silobauteile, wie beispielsweise eine Abdeckfolie oder eine Beschwerung für die Folie, an dem das Fixierelement umfassende Silobauteil zu fixieren. Das Silobauteil kann eine Silo-Wandplatte sein. Bei der Silo-Wandplatte kann das Silo-Funktionsbauteil so angeordnet sein, dass es teilweise aus einer erdwallseitig anzubringenden Wandfläche des Silobauteils herausragt, die beim Erstarren der Betonmischung nach oben, d.h. vom Fertigungstisch weg, gerichtet ist. Als Wandfläche wird die großflächige Seite des Silobauteils bezeichnet. Vorzugsweise ist das Fixierelement so ausgebildet, dass es zur Verbindung mehrerer hintereinander beziehungsweise nebeneinander stehender Silobauteile geeignet ist. Dafür ist das Fixierelement an der Breitseite des Silobauteils, vorzugsweise der Silo-Wandplatte, mindestens 10 cm von der freien Oberkante entfernt angeordnet.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Silo-Funktionsbauteil eine Befestigungsvorrichtung auf, die ein erstes Halteelement umfasst, wobei das erste Halteelement einen im Wesentlichen U-artigen Abschnitt aufweist, um einen Haken oder Henkel zu formen, um einen Zuganker mit dem ersten Halteelement in Eingriff zu bringen. Wird der Zuganker mit dem ersten Halteelement in Eingriff gebracht, vorzugsweise ineinander eingehakt, kann das Silobauteil beim Errichten des Fahrsilos, beispielsweise an einem Erdwall oder einem weiteren Silobauteil, verspannt beziehungsweise verankert werden. Dadurch wird das Silobauteil vor dem Umkippen oder Verrutschen geschützt.

[0018] Für ein leichteres Ineinandergreifen mit dem Zuganker ist das erste Halteelement vorzugsweise im Wesentlichen ringartig, insbesondere eine Öse. Das Silo-Funktionsbauteil kann auch mehrere erste Halteelemente umfassen, in welche jeweils nur ein oder auch mehrere Zuganker und/oder andere Befestigungselemente in Eingriff gebracht werden können. Ferner kann in einer Ausführungsform das erste Halteelement einen im Wesentlichen U-artigen Abschnitt aufweisen und/oder ringförmig, insbesondere eine Öse, sein. Folglich kann das Silobauteil besonders einfach montiert werden. Ein U-artiger Abschnitt im Rahmen der vorliegenden Erfindung bedeutet, dass das erste Halteelement zwei in dem Silobauteil verankerte Elemente aufweist, die mindestens mit einer Länge von 1 cm in die noch nicht erstarrte Betonmischung beziehungsweise in das erstarrte Silobauteil hineinragen.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass die Befestigungsvorrichtung ferner ein Verschlusselement umfasst, um den U-artigen Abschnitt des ersten Halteelements derart zu schließen, dass ein Ring geformt wird, in den der Zuganker eingreift. Durch das Verschlusselement wird vorteilhafterweise verhindert, dass sich der Zuganker von dem ersten Halteelement lösen kann. Insbesondere kann das Verschlusselement die Kräfte aufnehmen die ein Aufbiegen des U-artigen Abschnitts bewirken. Dadurch wird das Silobauteil noch besser gegen ein Umkippen gesichert.

[0020] Ferner kann die Befestigungsvorrichtung dadurch gekennzeichnet sein, dass das Verschlusselement als ein Quader oder ein Blech ausgebildet ist. Um ein sicheres Abstützen und Verankern der Silobauteile zu erreichen, ist die Befestigungsvorrichtung an der Breitseite des Silobauteils, vorzugsweise der Silo-Wandplatte, mindestens 10 cm von der freien Oberkante entfernt angeordnet.

[0021] Zur Bildung der Betongussform werden die Schalungselemente nicht nur miteinander verbunden, sondern müssen auch auf der metallischen Oberfläche des Fertigungstisches angeordnet und schließlich befestigt werden. Dabei müssen für die einzelnen Silobauteile, die hergestellt werden sollen, jeweils Betongussformen gebildet werden. Bei einer Ausführungsform bilden die Schalungselemente mehrere Betongussformen, so dass aus der Betonmischung mehrere Silobauteile mit durch die jeweilige Betongussform vorgegebenen Gestalten erstarren, wobei zumindest eines der Schalungselemente zu der Bildung von mehr als einer der Betongussformen beiträgt. Wird ein Schalungselement zur Bildung mehrerer Betongussformen verwendet, wird nur eine geringe Anzahl an Schalungselementen benötigt, was Herstellungs-, Bearbeitungs- und Transportkosten spart.

[0022] Bei einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Schalungselemente so auf der Oberfläche des Fertigungstisches be-

festigt, dass der Anteil der mit Betonmischung zu füllenden Fläche an der von den Schalungselementen umgrenzten Fläche des Fertigungstisches größer als 60%, vorzugsweise 75 %, ist. Damit wird sichergestellt, dass möglichst wenig Fläche, die durch das Verbinden der Schalungselemente entsteht, nicht genutzt, das heißt also nicht mit Betonmischung gefüllt wird. Dadurch kann auch der auf der metallischen Oberfläche des Fertigungstisches zur Verfügung stehende Platz optimal genutzt werden. Dies wird erreicht, indem eine rechteckige Form durch mindestens vier Schalungselemente auf der Oberfläche des Fertigungstisches gebildet wird. Die rechteckige Form wird beispielsweise dadurch erreicht, dass nur ein Schalungselement die Breite der rechteckigen Form bildet, während mehrere Schalungselemente die Länge der rechteckigen Form bilden. Innerhalb dieser rechteckigen Form werden weitere Schalungselemente mit den schon auf dem Fertigungstisch angeordneten Schalungselementen verbunden, wodurch die gewünschten Betongussformen entstehen. Die weiteren Schalungselemente werden innerhalb der rechteckigen Form so angeordnet, dass möglichst wenig Fläche übrig bleibt, die keinem gewünschten Silobauteil entspricht. Optimalerweise sind die Schalungselemente so miteinander verbunden, dass in allen gebildeten Betongussformen Silobaueile erstarren.

[0023] Um einerseits den Transport und andrerseits die Handhabung der Schalungselemente zu erleichtern, weisen die Schalungselemente gemäß einer Ausführungsform ein Material mit einer Dichte zwischen $0{,}2 \cdot 10^3$ kg/m^3 und $10 \cdot 10^3$ kg/m^3, vorzugsweise zwischen $1{,}5 \cdot 10^3$ kg/m^3 und $8 \cdot 10^3$ kg/m^3 , einer Streckgrenze zwischen 100 N/mm^2 und 1000 N/mm^2, vorzugsweise zwischen 100 N/mm^2 und 700 N/mm^2, auf. Ein bevorzugtes Material stellt die Familie der Leichtmetalle, beispielsweise Aluminium oder auch eine Aluminiumlegierung, oder auch Stahl dar. Besonders bevorzugt ist ein unlegierter Baustahl, wie beispielsweise S235JR+AR gemäß EN 10025. Der Vorteile solcher Metalle mit einer vergleichsweise geringen Dichte, jedoch vergleichsweise hohen Streckgrenze, liegt darin, dass die daraus gefertigten Schalungselemente zwar ein geringes Gewicht aufweisen, jedoch äußerst robust im Einsatz sind. Die Verwendung von Materialien mit einer vergleichsweise hohen Streckgrenze stellt sicher, dass die Schalungselemente nicht unter dem Druck der eingefüllten Betonmischung ihre ursprüngliche Form verlieren bzw. an Steifigkeit verlieren.

[0024] Besonders bevorzugt beträgt das Gesamtgewicht der Schalungselemente, die zum Herstellen aller für ein Fahrsilo notwendigen Silobauteile benötigt werden, zwischen 2500 kg und 8000 kg und deren Volumen zwischen 5 m^3 und 8 m^3. Dadurch können die Schalungselemente einfach transportiert werden, was die Transportkosten niedrig hält.

[0025] Silobauteile aus Beton kommen mit den unterschiedlichsten Umwelteinflüssen in Berührung, beispielsweise mit Gärfutter - und saft, witterungsebdingter Nässe oder großer Hitze. Darüber hinaus sind die Silobauteile aus Beton verschiedenen chemischen Angriffen, beispielsweise durch Korrosion oder Gärsäuren, ausgesetzt. Vorzugsweise wird daher die Betonmischung so ausgewählt wird, dass das Silobauteil einem Bewehrungsangriff mindestens der Expositionsklassen XA1, XF2 und XC2 standhält. Bevorzugt weist die Betonmischung mindestens eine Festigkeitsklasse von C16/20 gemäß DIN 1045-1 und DIN1045-2, einen Wasserzementwert kleiner 0,75 und eine Konsistenz zwischen F2 und F6 auf.

[0026] Um eine ausreichende Verdichtung der in die Betongussformen eingefüllten Betonmischung zu gewährleisten und die Sauerstoffbildung in der Betonmischung zu vermeiden, wird der Fertigungstisch mit den darauf befestigten Schalungselementen in Vibrationen, beispielsweise durch Hochfrequenzvibrationen, versetzt.

[0027] Nachdem die Befestigungsmittel von der metallischen Oberfläche gelöst und die Schalungselemente voneinander gelöst worden sind, ist es von Vorteil, die Schalungselemente zum Abtransport aus dem Betonwerk vorzubereiten und/oder zu verstauen. Dadurch kann auf dem für die Herstellung von Silobauteilen benutzten Fertigungstisch die Herstellung weiterer Silobauteile oder anderer Produkte begonnen werden.

[0028] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Fahrsilos. Bei dem Verfahren wird zunächst ein Betonwerk in der Nähe des Errichtungsortes des Fahrsilos ausgewählt. Lagert das Betonwerk die für die Herstellung von Silobauteilen benötigten Bauteile, Zubehör und Materialien wie beispielsweise die Schalungselemente, Befestigungsmittel oder die Betonmischung, nicht schon vor Ort, werden die benötigten Bauteile, das Zubehör und die Materialien zu dem entsprechenden Betonwerk transportiert. Dies geschieht vorzugsweise durch geschultes Personal, welches beispielsweise aus dem Unternehmen stammt, das das Fahrsilo errichtet. Das Personal ist weiterhin für die Überwachung der Herstellung der Silobauteile sowie für den Abtransport bzw. das Lagern der benötigten Bauteile, des Zubehörs und der Materialien verantwortlich. Im Betonwerk wird dann die entsprechende Anzahl an Silobauteilen nach dem oben beschriebenen Verfahren hergestellt. Danach werden die zur Herstellung von Silobauteilen benötigten Bauteile, Zubehör und Materialien, wie beispielsweise die Schalungselemente oder Befestigungsmittel, transportfähig verstaut, um entweder zu einem nächsten Betonwerk oder zu dem Fahrsilos errichtenden Unternehmen transportiert zu werden. Alternativ können die Schalungselemente auch in dem entsprechenden Betonwerk gelagert werden. Diese Handlungen werden vorzugsweise wiederum von dem geschulten Personal überwacht und begleitet. Die in dem Betonwerk hergestellten Silobauteile werden dann an den Errichtungsort des Fahrsilos transportiert. Optimalerweise liegen zwischen dem Betonwerk und dem Errichtungsort weniger als 200 km, um die Transportkosten

gering zu halten. Auch diese Handlungen können durch das geschulte Personal begleitet und überwacht werden. An dem Errichtungsort wird dann aus den einzelnen Silobauteilen und gegebenenfalls weiteren Bauteilen beziehungsweise Zubehör ein Fahrsilo errichtet.

[0029] Ein wesentlicher Vorteil der oben beschriebenen Verfahren für die Herstellung von Silobauteilen und die Herstellung von Fahrsilos ist, dass die dafür benötigten Schalungselemente rückstandfrei von dem Fertigungstisch gelöst werden können. Dies ermöglicht eine schnelle und flexible Weiterbenutzung des Fertigungstisches einerseits und der Schalungselemente und Befestigungsmittel andererseits.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0030] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert, in denen zeigt:

Figur 1 eine schematische Draufsicht eines Fahrsilos gemäß hierin beschriebener Ausführungsformen;

Figur 2 eine schematische Seitenansicht einer Seitenwand eines Fahrsilos gemäß hierin beschriebener Ausführungsformen;

Figur 3 eine schematische Querschnittsansicht eines Ausschnitts eines auf einem Fertigungstisch befestigten Schalungselementes gemäß hierin beschriebener Ausführungsformen;

Figur 4 eine schematische Querschnittsansicht einer Anordnung mehrerer miteinander verbundener Schalungselemente gemäß hierin beschriebener Ausführungsformen;

Figur 5 eine schematische Querschnittsansicht von Silo-Funktionsbauteilen gemäß hierin beschriebener Ausführungsformen; und

Figur 6 eine schematische Querschnittsansicht einer Betongussform mit Silo-Funktionsbauteilen gemäß hierin beschriebener Ausführungsformen.

[0031] Im Folgenden wird im Detail auf Ausführungsformen eingegangen, von welchen ein oder mehrere Beispiele in den Zeichnungen gezeigt sind. Dabei ist zu beachten, dass Merkmale, die als Teil einer Ausführungsform beschrieben sind mit anderen Ausführungsformen kombiniert werden können. Die vorliegende Offenbarung ist somit nicht auf die konkret beschriebenen Ausführungsformen begrenzt, sondern schließt auch alle möglichen Kombinationen der genannten Ausführungsformen und Merkmale mit ein.

[0032] Figur 1 zeigt eine schematische Draufsicht eines Fahrsilos gemäß hierin beschriebenen Ausführungsformen. Der Speicher für das zu silierende Pflanzenmaterial wird bei dem dargestellten Fahrsilo 1 durch die Beton-Silobauteile, das heißt durch die Seitenwände 2 und die Bodenplatte 3 gebildet. Die Seitenwände 2 bestehen aus mehreren Silo-Wandplatten (in Figur 1 exemplarisch mit 20 und 21 bezeichnet) und dienen zur seitlichen Begrenzung des Speichers. Im Rahmen dieser Erfindung werden die Begriffe Silo-Wandplatte und Wandplatte als Synonyme verwendet und beziehen sich speziell auf Wandplatten von Fahrsilos. Die Bodenplatte 3 trägt die Masse der zu silierenden Materialien, schützt den Untergrund vor dem Pflanzenmaterial und den dabei entstehenden Gärsäften und dient als untere Begrenzung des Speichers. Um die Seitenwände 2 gegen das Umkippen zu sichern und abzustützen, sind Erdwälle 4 an der dem Innenraum des Speichers abgewandten Seite errichtet. Um eine bessere Verdichtung durch Walzfahrzeuge bis an die Seitenwandkanten zu gewährleisten, können die Seitenwände 2 schräg gegen die Erdwälle verkippt werden, beispielsweise mit einem Neigungswinkel von 18 bis 25°.

[0033] Das Fahrsilo wird über eine Einfahrt oder Rampe 40 mit dem zu silierenden (Pflanzen)material bestückt. Für die Silierung des Pflanzenmaterials kann das Fahrsilo, beispielsweise mit einer (in Figur 1 nicht dargestellten) Folie, luftdicht abgedeckt werden. Um eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten, sind die Seitenwände 2 typischerweise zwischen 5 und 15 cm, vorzugsweise zwischen 8 und 10 cm, dick. In einer weiteren Ausführungsform kann die Silowandplatte eine Höhe von mehr als 1,80 m, insbesondere mehr als 2 m, aufweist

[0034] Figur 2 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Seitenwand 2 eines, wie in Figur 1 dargestellten, Fahrsilos 1. Um ein einfaches Entnehmen des silierten Materials sicher zu stellen, laufen die Seitenwände 2 in den Außenbereichen 5 des Fahrsilos 1 (siehe Figur 1) schräg zu. Das bedeutet also, dass nicht alle Wandplatten dieselbe Form und Abmessung aufweisen, sondern dass es grundsätzlich verschiedene Typen von Wandplatten 20, 21, 22 gibt. Demnach treten Wandplatten 20 mit einer rechteckigen Form auf, die alle dieselben Abmessungen aufweisen. Weiterhin gibt es Wandplatten 21, die die Form eines rechtwinkligen Trapezes einnehmen und unterschiedliche Höhen, jedoch dieselbe Breite aufweisen. Außerdem gibt es Wandplatten 22, die zwar eine Trapezform einnehmen, deren eine Seite jedoch eine Krümmung aufweist. Die in Figur 2 beispielhaft gezeigten Wandplatten 20, 21, 21', 21" und 22 weisen an ihren Breitseiten, die an die Bodenplatte 3 (siehe Figur 1) angrenzen, alle dieselbe Breite B auf. Der obere Abschluss der Seitenwand 2 variiert über die Länge L der Seitenwand 2. Daher variieren die Wandplatten 20, 21, 21', 21" und 22, in ihrer Höhe. Wandplatte 21" bildet die Endplatte des Fahrsilos. Das bedeutet, dass Wandplatte 21" die letzte Wandplatte der Seitenwand 2 bildet und nur eine benachbarte Wandplatte, nämlich Wandplatte 21', hat. Wandplatte 21" hat die Form eines rechtwinkligen Dreiecks, wobei die Seiten H1 und B den rechten

Winkel einschließen. Die dritte Seite des Dreiecks wird durch die freie Oberkante 31" gebildet. Die Seite H1 der Wandplatte 21" gibt die Höhe der Seitenwand 2 an der Position P an. An die Wandplatte 21" schließt sich Wandplatte 21 an, die eine trapezförmige Form mit der Breite B, den Höhen H1 und H2 und einer freien Oberkante 31 einnimmt. Auf der an Wandplatte 21" angrenzenden Seite weist Wandplatte 21 eine Höhe von H1 auf. Das heißt also, dass die Wandplatten 21" und 21' jeweils eine Seite mit der Höhe H1 aufweisen. Die freie Oberkante 31' kann als Verlängerung der freien Oberkante 31" angesehen werden. An die Wandplatte 21' schließt sich die trapezförmige Wandplatte 21 an, die die Breite B, die Höhen H2 und H3 und eine freie Oberkante 31 aufweist. Wandplatte 21' ist demnach sowohl von Wandplatte 21" als auch von Wandplatte 21 benachbart. Wandplatten 21' und 21 haben jeweils eine Seite mit der Höhe H2. Die Oberkanten 31' und 31 bilden eine Linie. An Wandplatte 21 schließt sich Wandplatte 22 an, die eine trapezähnliche Form mit der Breite B, den Höhen H3 und H4 und einer freien Oberkante 32 aufweist. Die freie Oberkante 32 ist im Gegensatz zu den freien Oberkanten 31", 31' und 31 keine gerade Seite, sondern weist eine Krümmung auf. An Wandplatte 22 schließt sich die rechteckige Wandplatte 20 mit den Höhen H4 und Breiten B an. Bei Wandplatte 20 weist die freie Oberkante die Breite B auf und verläuft geradlinig. Der obere Abschluss der Seitenwand 2 wird durch die freien Oberkanten, z.B. 31", 31', 31, 32, B, gebildet und ergibt in den beiden Außenbereichen 5 des Fahrsilos (siehe Figur 1) in der Seitenansicht eine gekrümmte Linie. Im Innenbereich des Fahrsilos 6 (siehe Figur 1) bildet der obere Abschluss der Seitenwand 2 in der Seitenansicht eine gerade Linie. Der Bereich der gekrümmten Linie wird durch die trapezförmigen Wandplatten 21", 21', 21 und 22 gebildet. Die rechteckigen Wandplatten mit der Breite bzw. freien Oberkante B bilden die gerade Linie.

[0035] Je nach Größe und Art des zu errichtenden Fahrsilos werden mehr oder weniger Wandplattentypen benötigt. Auch die Anzahl und Abmessungen der benötigten Wandplatten variiert je nach Ausführungsform des Fahrsilos.

[0036] Üblicherweise werden die Wandplatten für Fahrsilos, wie beispielsweise die in Figur 2 gezeigten, in einem Betonwerk hergestellt. Gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen werden dafür zunächst Betongussformen gebildet, in die später die Betonmasse gegossen wird und in denen die Betonmischung zu dem entsprechenden Silobauteil erstarrt. Eine Betongussform wird zum Beispiel dadurch gebildet, dass einzelne Schalungselemente lösbar miteinander verbunden werden und mithilfe eines oder mehrerer Befestigungsmittel auf einer metallischen Oberfläche eines Fertigungstisches (im Folgenden nur als "Fertigungstisch" bezeichnet) rückstandsfrei lösbar befestigt werden. Der Fertigungstisch kann aus einzelnen Tischsegmenten bestehen und abhängig von der Größe des Betonwerks eine unterschiedliche Länge aufweisen. Für eine beschleunigte Aushärtung der Betonmischung kann der Fertigungstisch beheizt werden.

[0037] Dabei können die Schalungselemente zunächst miteinander verbunden werden und danach auf dem Fertigungstisch befestigt werden. Alternativ können die Schalungselemente zunächst auf dem Fertigungstisch befestigt werden und danach erst untereinander verbunden werden. Denkbar ist auch die Verwendung von teilweise bereits miteinander verbundenen Schalungselementen, die dann auf dem Fertigungstisch weiter miteinander verbunden und auf der metallischen Oberfläche des Fertigungstisches befestigt werden.

[0038] Figur 3 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Ausschnitts eines auf einem Fertigungstisch 11 befestigten Schalungselementes. Als Schalungselement dient ein Hohlprofil 201, welches eine rechteckige Grundform aufweist. Das Hohlprofil 201 besitzt ein Eingriffselement in Form eines Vorsprunges 7. Eine als Gegenstück zu dem Vorsprung 7 geformte Aussparung 8 befindet sich an einem Magnet 10, der als Befestigungsmittel des Schalungselementes auf dem Fertigungstisch dient. Das Hohlprofil 201 ist auf der metallischen Oberfläche des Fertigungstisches 11 dadurch befestigt, dass die durch den Magnet 10 ausgeübte magnetische Kraft den Magnet 10 auf den Fertigungstisch 11 presst. Durch das Ineinandergreifen der Aussparung 8 und des Vorsprungs 7 wird damit auch das Hohlprofil 201 auf den Fertigungstisch 11 gepresst. Durch die magnetische Befestigung des Hohlprofils 201 auf dem Fertigungstisch 11 werden anderweitige Befestigungsmethoden, wie beispielsweise Schweißen oder Schrauben, überflüssig. Soll das Hohlprofil 201 vom Fertigungstisch gelöst oder auf dem Fertigungstisch bewegt werden, kann der Magnet 10 angehoben werden, wodurch die magnetische Kraft des Magneten 10 abgeschwächt wird und das Hohlprofil 201 nicht mehr an den Fertigungstisch 11 gepresst wird.

[0039] Figur 4 zeigt exemplarisch eine mögliche Anordnung verschiedener Schalungselemente, die so miteinander verbunden sind, dass die gewünschten Betongussformen für die Wandplatten eines, wie beispielsweise in Figur 1 gezeigten, Fahrsilos erhalten werden. In dem in Figur 4 ausgeführten Beispiel werden mit der rechteckigen Betongussform 200 (schraffiert dargestellt) rechteckige Wandplatten (zum Beispiel Wandplatte 20 in Figur 2) und mit den trapezförmigen Betongussformen 210 (schraffiert dargestellt), 210' und 210" trapezförmige Wandplatten (zum Beispiel 21, 21' und 21" in Figur 2) hergestellt. Die rechteckige Betongussform 200 weist den herzustellenden Wandplatten 20 (siehe Figur 2) entsprechende Abmessungen auf, nämlich eine Breite B und eine Höhe H4. Die trapezförmigen Betongussformen 210, 210' und 210" weisen Abmessungen auf, die den herzustellenden Wandplatten 21, 21' und 21" (siehe Figur 2) entsprechen. Beispielsweise hat die Betongussform 210 die Breite B, die Höhen H2 und H3 und die freie Oberkante 31.

[0040] Um beispielsweise Betongussform 200 zu bil-

den, werden die exemplarisch dargestellten Schalungselemente 202, 203, 204 und 205 (zum Beispiel als Hohlprofil 201; siehe Figur 3) lösbar miteinander verbunden. Dies kann beispielsweise durch Ineinanderschieben bzw. - stecken oder das Verschrauben der Schalungselemente 202, 203, 204 und 205 geschehen. Anschließend werden zwei der miteinander verbundenen Schalungselemente 202, 203, 204 und 205 mithilfe von Magneten 101 und 102 auf dem Fertigungstisch (entspricht der Zeichenebene in Figur 4) befestigt. Alternativ können zwei der miteinander verbundenen Schalungselemente 202, 203, 204 und 205 durch Magnete 101' und 102' auf dem Fertigungstisch befestigt werden. Diese Befestigungsweise erweist sich als besonders effizient, wenn einige Schalungselemente 202, 203, 204 und 205 nicht nur die Betongussform 200 für die rechteckige Wandplatte 20, sondern auch die Betongussform 210 für die trapezförmige Wandplatte 21 bilden. Auf diese Art und Weise werden durch die Anbringung von Magneten 101' und 102' gleichzeitig die Schalungselemente für zwei verschiedene Betongussformen 200 und 210 auf dem Fertigungstisch befestigt. Bei der in Figur 4 gezeigten Anordnung ist das Schalungselement 206, welches die trapezförmige Betongussform 210 bildet, durch Magnete 103 und 104 an dem Fertigungstisch befestigt. Ein Vorteil dieser modularen Bauweise der Betongussformen ist die flexible und mobile Herstellungsweise von Beton-Silobauteilen für Fahrsilos. Die Betongussformen können je nach Bedarf vor Ort in dem entsprechenden Betonwerk gebildet werden. Nach dem Befüllen der Betongussformen mit der Betonmischung erstarren die gewünschten Silobauteile in den Betongussformen. Optional können die mit der Betonmischung gefüllten Betongussformen gerüttelt werden, beispielsweise durch die Erzeugung von Vibrationen, um eine bessere Verdichtung der Betonmischung zu erreichen und die Blasenbildung zu vermeiden. Sind alle Silobauteile für das zu errichtende Fahrsilo bzw. die zu errichtenden Fahrsilos in dem Betonwerk hergestellt, können die Betongussformen abgebaut werden. Dafür werden die einzelnen Schalungselemente teilweise oder vollkommen voneinander gelöst und von dem Fertigungstisch gelöst, ohne Rückstände, wie beispielsweise Löcher durch Schrauben, zu hinterlassen. Die Schalungselemente können dann verladen und verstaut oder in ein anderes Betonwerk transportiert werden.

[0041] Zur Herstellung eines Fahrsilos werden die so hergestellten Silobauteile, beispielsweise die Wandplatten 20, 21, 21', 21" und 22, von dem Betonwerk zu der Errichtungsstätte eines wie in Figur 1 gezeigten Fahrsilos 1 transportiert. An der Errichtungsstätte wird das Fahrsilo 1 unter Verwendung der Silobauteile als Wandplatten 20, 21, 21', 21" und 22 zur Errichtung der Seitenwände 2 (siehe Figur 1) oder der Bodenplatte 3 aufgebaut. Alternativ kann die Bodenplatte 3 auch vor Ort unter Verwendung einer Betonmischung hergestellt werden.

[0042] Gemäß hierin beschriebenen Ausführungsformen können während des Herstellungsprozesses eines Silobauteils ein oder mehrere Silo-Funktionsbauteile in die Betonmischung eingebracht werden. Bevor auf die Details während des Herstellungsprozesses eingegangen wird, soll zunächst anhand einer beispiel- und schemenhaften Zeichnung die Funktionsweise solcher Silo-Funktionsbauteile erklärt werden.

[0043] Figur 5 zeigt beispiel- und schemenhaft mögliche Ausführungsformen von Silo-Funktionsbauteilen anhand einer Wandplatte. Der Übersichtlichkeit halber wird die Wandplatte hier mit Bezugszeichen 20 (siehe Figuren 1 und 2) bezeichnet, jedoch sollen Erläuterungen auch für die in den Figuren 1 und 2 gezeigten Wandplatten 21, 21', 21" oder 22 gelten. Die Wandplatte 20 ist mit einem Winkel α von 15 bis 30 Grad zur Senkrechten angeordnet. Die Wandplatte 20 lehnt dabei an dem Wall 4. Der Wall kann beispielsweise Sand, Kies und/oder Erde umfassen. Die Wandplatte 20 weist ein Fixierelement in Form einer ersten Öse 14 und eine Befestigungsvorrichtung in Form einer zweiten Öse 15 auf, die jeweils in die Wandplatte einbetoniert oder integriert sind. Beispielsweise können in einer Ausführungsform die ersten und zweiten Ösen 14 und 15 verzinkt sein. Die erste Öse 14 dient zur Verbindung von zwei nebeneinander (siehe Figur 2) bzw. hintereinander (siehe Figur 1) stehenden Wandplatten 20 miteinander. Dabei wird ein Rohr 13 oder ein anderer Gegenstand, beispielsweise eine Metallstange, durch die ersten Ösen 14 von zwei benachbarten Wandplatten 20 gesteckt und mit einem Keil 16 fixiert. Die Wandplatte 20 wird in einem Ausführungsbeispiel mit einer Stellkante (nicht gezeigt) an einem unteren Ende der Wandplatte in eine nicht gezeigte Stellrinne gestellt, wobei die Stellrinne vor einem Aufrichten der Wandplatte 20 hergestellt oder in den Boden eingesetzt worden ist. Die Wandplatten können beispielsweise eine Höhe von 2 m aufweisen.

[0044] Die zweite Öse 15 ist in einem Ausführungsbeispiel ungefähr mit einem Abstand zwischen 20 und 80 cm, insbesondere um D = 50 cm, von einer freien Oberkante 17 der Wandplatte 20 angeordnet. Die freie Oberkante liegt der Stellkante gegenüber. Ferner kann die Öse 15 im Wesentlichen in der Mitte zwischen zwei Seitenkanten der Wandplatte angeordnet sein. Ein Zuganker 40 ist mit seinem U-artig gekrümmten Abschnitt 45, welcher einen Haken bildet, in die zweite Öse 15 eingehakt, um das Umkippen der Wandplatte zu verhindern. Zwischen einem zweiten Ende und dem ersten Ende mit dem U-artigen Abschnitt kann der Zuganker eine Gesamtlänge von 200 bis 250 cm aufweisen. An dem dem Haken gegenüber liegenden Ende des Zugankers ist eine Ankerplatte 46 angeordnet, die in den Wall 4 eingebaut ist. Des Weiteren ist in Figur 5 eine weitere Ausführungsform eines Fixierelementes gezeigt. Ein Dübel 24 ist in eine Vertiefung 25 an der freien Oberkante 17 in die Wandplatte 20 eingeführt. Der Dübel 24 dient dazu, ein (nicht dargestelltes) Befestigungselement, wie zum Beispiel eine Schraube, aufzunehmen, um weitere Silobauteile, wie beispielsweise eine Folie zum Abdecken, zu befestigen.

[0045] Figur 6 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer Betongussform, in welche die in Figur 5 dargestellten Ösen 14 und 15 und der Dübel 24 eingebracht sind. Alternativ kann in eine Betongussform auch nur eines der gezeigten Silo-Funktionsbauteile eingebracht werden. Analog zu Figur 5 wird hier der Herstellungsprozess nur an der Betongussform 200 für rechteckige Wandplatten beschrieben. Jedoch gilt das Beschriebene gleichermaßen für andere Betongussformen (beispielsweise 210). Zur Herstellung einer Wandplatte mit Silo-Funktionsbauteilen (siehe Figur 5) werden in die noch nicht erstarrte Betonmischung, welche in die Betongussform 200 eingefüllt worden ist, die Silo-Funktionsbauteile, das heißt also die Ösen 14 und 15 und/oder der Dübel 24, eingebracht. Dies kann vorteilhafterweise mithilfe einer Stützvorrichtung erfolgen, die an den Schalungselementen angeordnet ist. Die Stützvorrichtung wird vor dem Einfüllen der Betonmischung an die Schalungselemente bzw. an die Betongussform angebracht. Der Dübel kann an einem der Schalungselemente angeordnet sein, sodass sich beim Erstarren der Betonmischung eine Vertiefung in der Wandplatte ergibt. Vorzugsweise ist der Dübel an der freien Oberkante der Betongussform angeordnet. Beispielsweise kann eine Vorrichtung an dem entsprechenden Schalungselement vorgesehen sein, die ein Einstecken oder Einschieben des Dübels vor dem Befüllen der Betongussform ermöglicht. Alternativ können die Silo-Funktionsbauteile auch manuell oder durch einen Roboter in der noch nicht erstarrten Betonmischung platziert werden. In die Betongussform wird eine so große Menge an Betonmischung eingebracht, dass die Silo-Funktionsbauteile mit einem Außenteil 18 aus der Betonmischung herausragen und mit einem Innenteil 19 vollkommen mit Betonmischung bedeckt sind.

[0046] Die Erfindung wurde anhand der beispielhaften Figuren illustriert. Erfindungsgemäß bevorzugte Merkmale wurden dabei anhand der entsprechenden Figuren besprochen. Für den Fachmann versteht es sich von selbst, dass diese Merkmale auch bei anderen Ausführungsformen eingesetzt werden können, außer es sprechen wesentliche technische Gründe dagegen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung mindestens eines Silobauteils (2, 3) eines Fahrsilos (1), wobei

   1) Schalungselemente (201, 202, 203, 204, 205) lösbar miteinander verbunden werden und mithilfe von mindestens einem Befestigungsmittel (10, 101, 102, 101', 102', 103, 104) auf einer metallischen Oberfläche (11) eines Fertigungstisches (12) rückstandsfrei lösbar befestigt werden, um eine Betongussform (200, 210) zu bilden, wobei sich der Fertigungstisch (12) in einem Betonwerk befindet;

   2) eine gemäß DIN 11622 gegen Korrosion und chemischen Angriff von Gärsäuren widerstandsfähige Betonmischung in die Betongussform (200, 210) eingebracht wird;

   3) aus der Betonmischung ein Silobauteil (2, 3) mit einer durch die Betongussform (200, 210) vorgegebenen Gestalt erstarrt;

   4) das Silobauteil (2, 3) aus den Schalungselementen entfernt wird, um zu einer Errichtungsstätte des Fahrsilos (1) transportiert zu werden;

   5) optional die Schritte 1 bis 4 und / oder die Schritte 2 bis 4 beliebig oft wiederholt werden, um weitere Silobauteile (2, 3) zu bilden;

   6) die Befestigungsmittel (10, 101, 102, 101', 102', 103, 104) von der metallischen Oberfläche (11) gelöst werden und die Schalungselemente (201, 202, 203, 204, 205) voneinander gelöst werden

   7) die Schalungselemente (201, 202, 203, 204, 205) transportfähig verstaut werden.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Schalungselemente (201, 202, 203, 204, 205) mittels Steckverbindungen lösbar miteinander verbunden werden.

3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Befestigungsmittel (10, 101, 102, 101', 102', 103, 104) einen Magneten umfasst und das rückstandsfrei lösbare Befestigen das magnetische Haften des Magneten (10, 101, 102, 101', 102', 103, 104) an dem Fertigungstisch (12) umfasst.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Befestigungsmittel (10, 101, 102, 101', 102', 103, 104) lösbar an einem Schalungselement (201, 202, 203, 204, 205) befestigt wird.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schalungselemente (201, 202, 203, 204, 205) jeweils mindestens ein Eingriffselement umfassen, in die das jeweilige Befestigungsmittel (10, 101, 102, 101', 102', 103, 104) eingreift, um das jeweilige Schalungselement (201, 202, 203, 204, 205) auf der Oberfläche (11) des Fertigungstisches (12) zu befestigen.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei das Eingriffselement eine Aussparung an der von dem Fertigungstisch (12) weg gerichteten Seite des Schalungselements (201, 202, 203, 204, 205) umfasst, mit der ein entsprechend geformter Vorsprung des Befestigungsmittels (10, 101, 102, 101', 102', 103, 104) in Eingriff gebracht wird, und/oder wobei das Eingriffselement einen Vorsprung (7) umfasst, mit der eine entsprechend geformte Aussparung (8) des Befestigungsmittels in Eingriff gebracht wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens ein Silo-Funktionsbauteil (14, 15, 24) in die Betonmischung derart eingebracht wird, dass das Silo-Funktionsbauteil (14, 15, 24) nach Erstarren der Betonmischung mit einem Außenteil (18) aus dem Silobauteil (2, 3) herausragt und mit einem Innenteil (19) im Inneren des Silobauteils (2, 3) verankert ist.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei das Silo-Funktionsbauteil ein Fixierelement (14, 24) zum Fixieren des Silobauteils (2, 3) am Erdreich oder einem anderen Bauteil des Fahrsilos (1) ist.

9. Verfahren gemäß Anspruch 7 oder 8, wobei das Silo-Funktionsbauteil eine Befestigungsvorrichtung aufweist, die ein erstes Halteelement (15) umfasst, wobei das erste Halteelement (15) einen im Wesentlichen U-artigen Abschnitt (45) aufweist, um einen Haken oder Henkel zu formen, um einen Zuganker (40) mit dem ersten Halteelement (15) in Eingriff zu bringen.

10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schalungselemente (201, 202, 203, 204, 205) mehrere Betongussformen (200, 210) bilden, so dass aus der Betonmischung mehrere Silobauteile (2, 3) mit durch die jeweilige Betongussform (200, 210) vorgegebenen Gestalten gleichzeitig erstarren, wobei zumindest eines der Schalungselemente (201, 202, 203, 204, 205) zu der Bildung von mehr als einer der Betongussformen (200, 210) beiträgt.

11. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schalungselemente (201, 202, 203, 204, 205) so auf der Oberfläche (11) des Fertigungstisches (12) befestigt werden, dass der Anteil der mit Betonmischung zu füllenden Fläche an der von den Schalungselementen (201, 202, 203, 204, 205) umgrenzten Fläche des Fertigungstisches (12) größer als 60 % ist.

12. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schalungselemente (201, 202, 203, 204, 205) ein Material mit einer Dichte zwischen $0{,}2 \cdot 10^3$ kg/m^3 und $10 \cdot 10^3$ kg/m^3, vorzugsweise zwischen $1{,}5 \cdot 10^3$ kg/m^3 und $8 \cdot 10^3$ kg/m^3, einer Streckgrenze zwischen 100 N/mm^2 und 1000 N/mm^2, vorzugsweise zwischen 100 N/mm^2 und 700 N/mm^2, aufweisen.

13. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Betonmischung mindestens eine Festigkeitsklasse von C16/20 gemäß DIN 1045-1 und DIN1045-2, einen Wasserzementwert kleiner 0,75 und eine Konsistenz zwischen F2 und F6 aufweist.

14. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Silobauteil (2, 3) eine Silo-Wandplatte (20, 21, 21', 21", 22) ist.

15. Verfahren zur Herstellung eines Fahrsilos (1), umfassend die in Anspruch 1 beschriebenen Schritte, weiter umfassend:

Transportieren der Silobauteile (2, 3) von dem Betonwerk zu der Errichtungsstätte des Fahrsilos (1);
Aufbau des Fahrsilos (1) unter Verwendung der Silobauteile als Seitenwände (2) und/oder Bodenplatten (3) des Fahrsilos.

FIG. 1

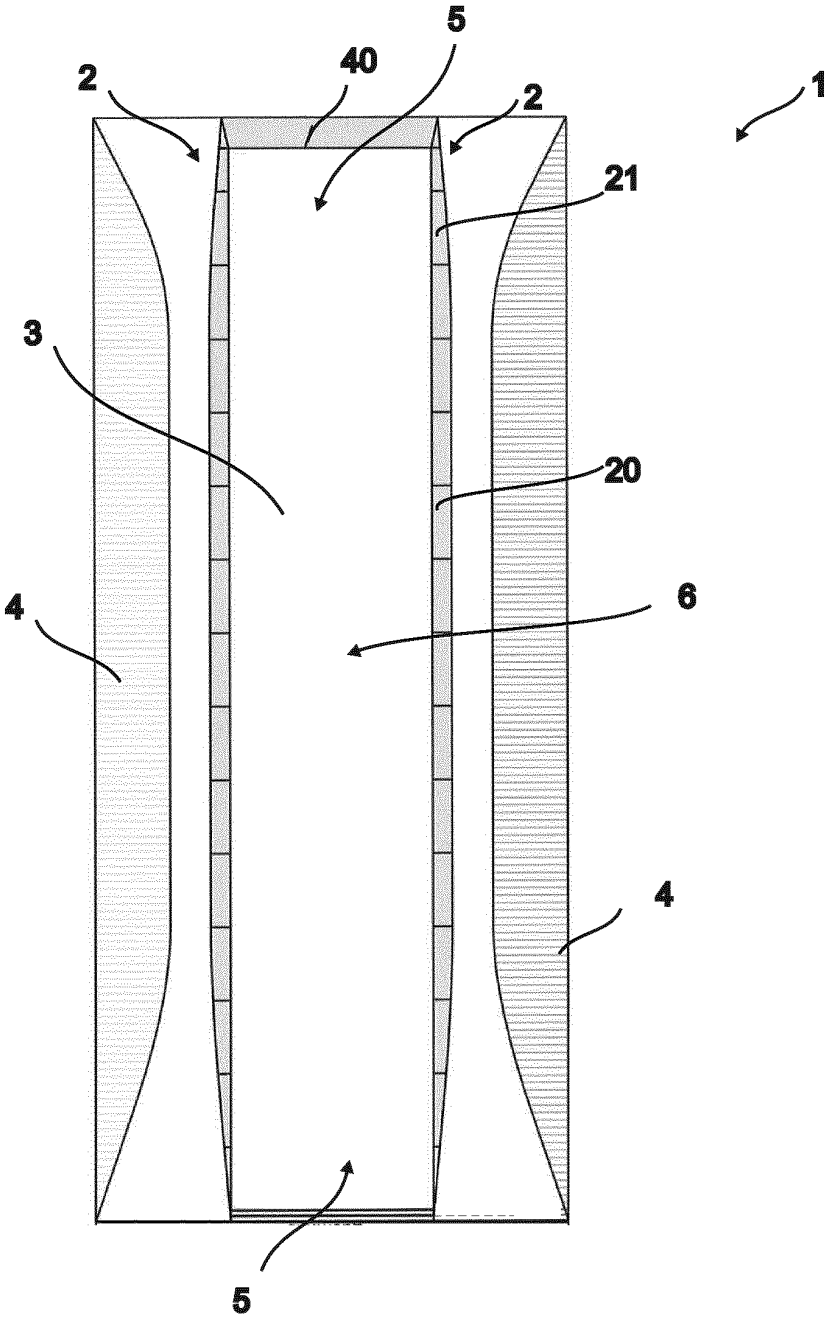


FIG. 2

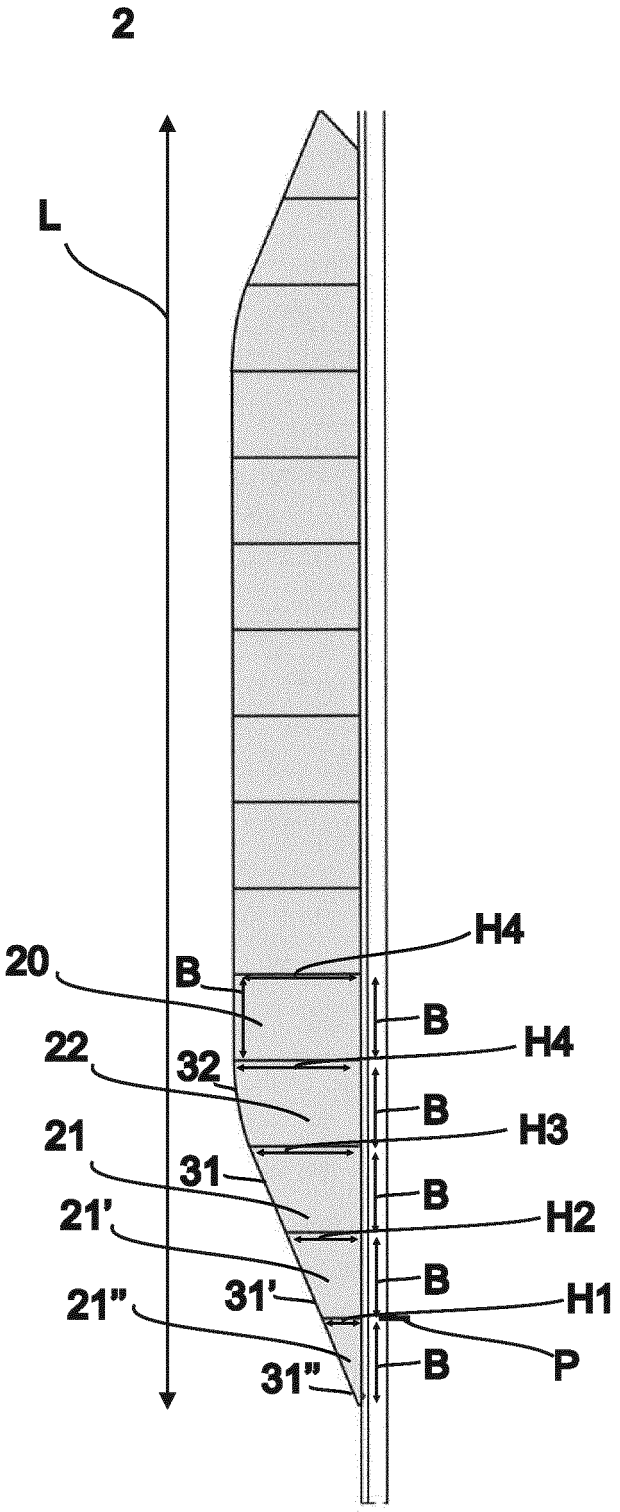


FIG. 3

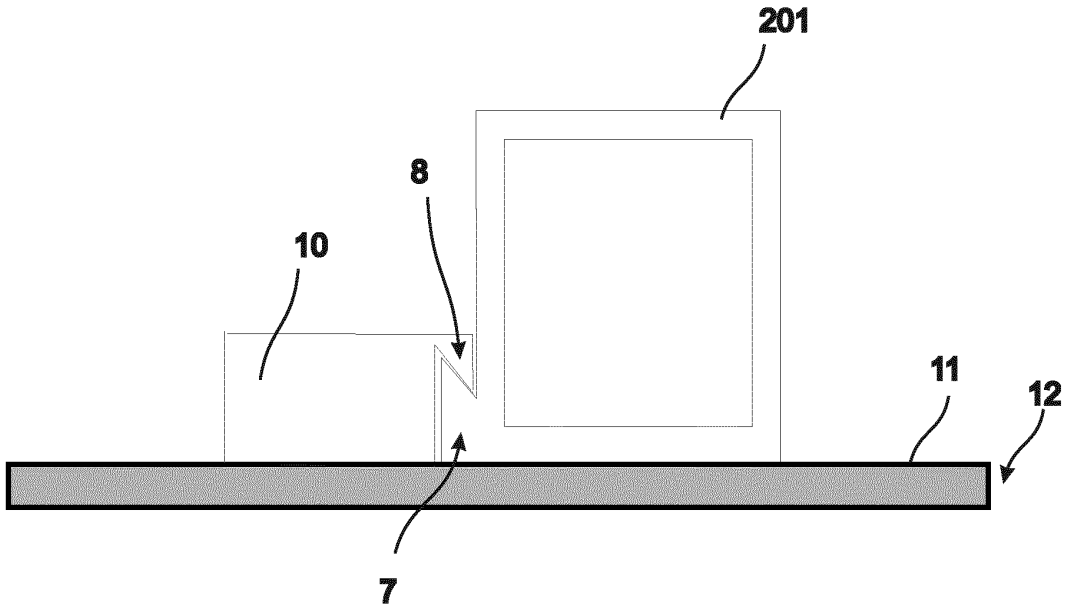


FIG. 4

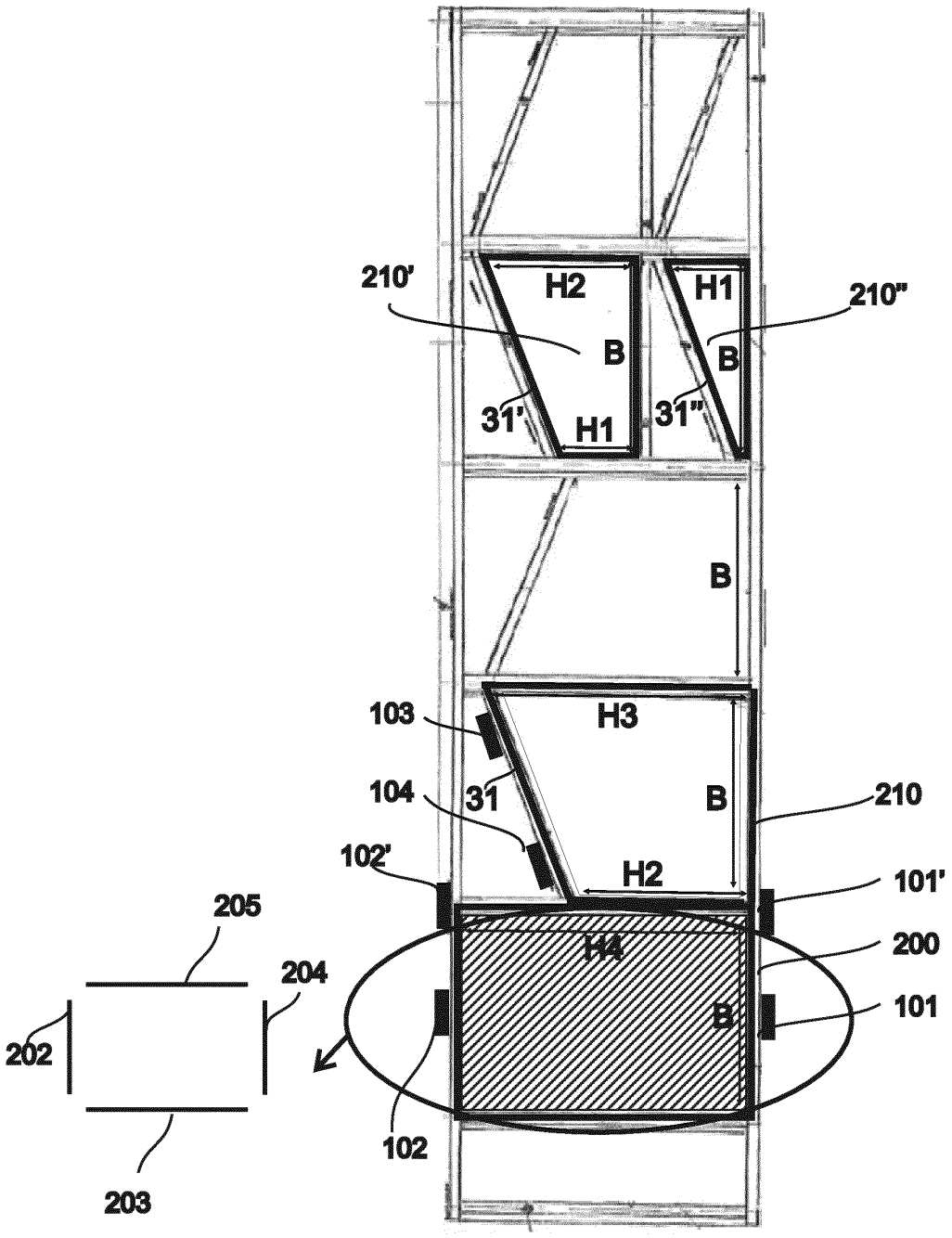

210'
H2
H1
210"
B
B
31'
H1
31"
B
103
H3
104
31
B
210
102'
H2
101'
205
H4
200
204
B
101
202
102
203

FIG. 5

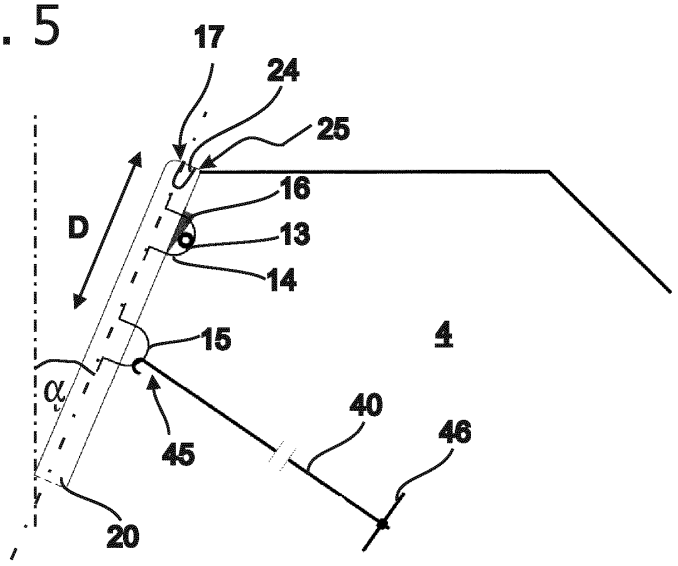
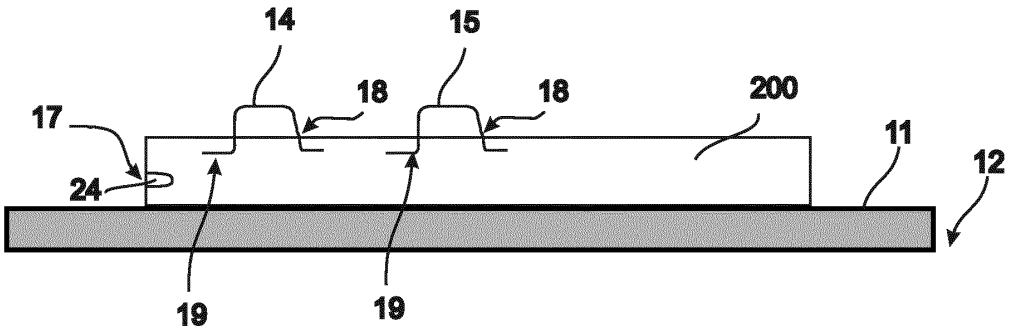


FIG. 6



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 19 0366

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X Y	EP 2 397 294 A2 (ELEMATIC GROUP OY [FI]) 21. Dezember 2011 (2011-12-21) * Abbildung 1 * * Spalte 1 - Spalte 3 * -----	1,3-6, 10-15 2,7-9	INV. E04H7/28 B28B7/00
A	DE 100 45 972 A1 (BUCHENRIEDER GMBH & CO TRANSPO [DE]) 25. April 2002 (2002-04-25) * Spalte 1 * -----	1	
Y	DE 196 43 009 C1 (EBAWE MASCHINENBAU GMBH [DE]) 24. Juli 1997 (1997-07-24) * Spalte 5, Zeile 7 - Zeile 16 * -----	2	
Y	DE 10 2009 042314 A1 (BOECK SILOSYSTEME GMBH [DE]) 26. Mai 2011 (2011-05-26) * Abbildung 1 * -----	7-9	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

B28B
E04H

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	19. März 2013	Brucksch, Carola

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 12 19 0366

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-03-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2397294 A2	21-12-2011	AU 2011202612 A1	12-01-2012
		EP 2397294 A2	21-12-2011
		FI 20105685 A	16-12-2011
		US 2012012735 A1	19-01-2012
DE 10045972 A1	25-04-2002	KEINE	
DE 19643009 C1	24-07-1997	KEINE	
DE 102009042314 A1	26-05-2011	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82